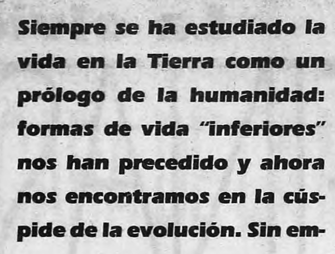
LAS BACTERIAS MANDAN

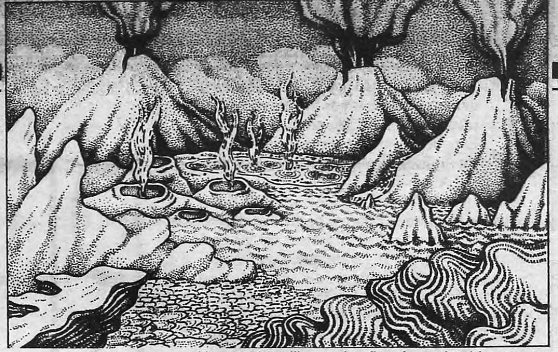
4000 MILLONES DE AÑOS DE MICROBIOS



Hace 4000 millones de años: El microcosmos surge de la rocalla de la explosión de la supernova.



Siempre se ha estudiado la vida en la Tierra como un prólogo de la humanidad: formas de vida "inferiores" nos han precedido y ahora nos encontramos en la cúspide de la evolución. Sin embargo, en "Microcosmos, 400 millones de años de evolución de nuestros ancestros microbianos", Lynn Margulis y Dorion Sagon explican que la revolución que se ha producido en estos años en la biología demuestra que es insensato considerar al ser humano como especial, distinto, supremo. En este FUTURO se reproduce en exclusiva un capítulo de este libro, que acaba de distribuir la Editorial Tusquets, con las más adelantadas hipótesis sobre el comienzo y la evolución de la vida en la Tierra. "La inteligencia no pertenece específicamente a la especie humana sino a todo el conjunto de la vida", dicen los autores.



Hace 3000 millones de años: Los microbios que se desarrollan atrapan minerales y forman capas rocosas en los océanos de aguas poco profundas.

Hace 2000 millones de años: El peligroso oxígeno se acumula en la atmósfera como resultado de la fotosíntesis bacteriana.

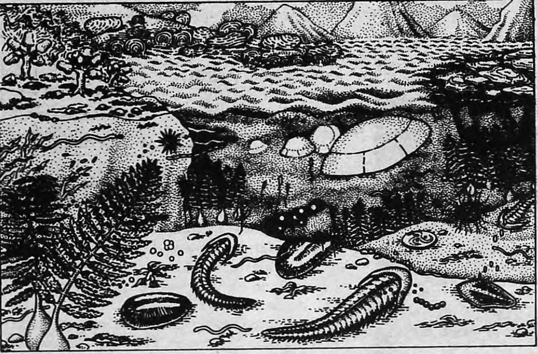




Hace 1300 millones de años: Las bacterias se unen y se esparcen hacia tierra como organismos compuestos.

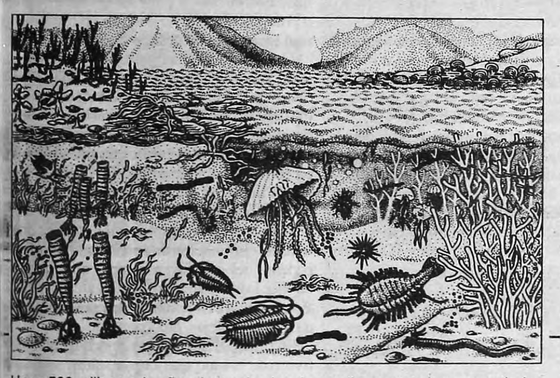


Hace 800 millones de años: Colectivos del microcosmos originan los precursores de plantas y animales.

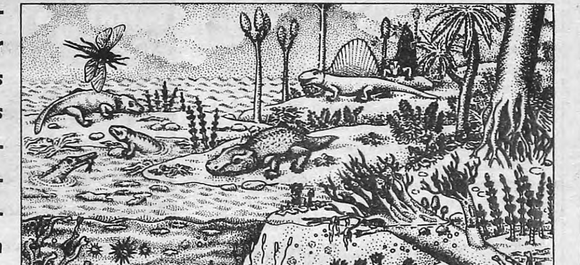


Hace 700 millones de años: Animales marinos de cuerno blanco invaden el imperio de los microorganismos.

ADELANTO EXCLUSIVO



Hace 500 millones de años: Los animales desarrollan partes duras a partir de depósitos de desechos celulares.



Hace 300 millones de años: Los microorganismos alcanzan tierra firme en los intestinos de los animales que se desplazan.

(Por Lynn Margulis y Dorion Sagon)*

Cuando contemplamos la vida en la Tierra es fácil pensar que somos supremos. El poder de nuestra conciencia, de nuestra sociedad y de nuestros descubrimientos técnicos nos ha hecho pensar que somos la forma de vida más avanzada del planeta. Ni siquiera la enorme oscuridad del espacio nos hace sentir humildes. Vemos este espacio como una tierra de nadie que queremos penetrar y conquistar, del mismo modo que hemos conquistado la Tierra.

La olvidada importanci

REINAS DE LA

Tradicionalmente se ha estudiado la vida en la Tierra como un prólogo de la humanidad: formas de vida "inferiores" y carentes de inteligencia nos han precedido y ahora nos encontramos en la cúspide de la evolución. Hasta tal punto nos consideramos semidioses, que llegamos a creer que estamos tomando el mando de la evolución al poder manipular el DNA, fuente de vida, y dirigirlo según nuestros designios. Estudiamos el microcosmos, el antiquísimo mundo de los microorganismos, para descubrir en él los mecanismos secretos de la vida. De ese modo podremos controlar mejor, quizás incluso perfeccionar, a todos los seres vivos de la Tierra, incluyendo a nuestra propia especie.

Pero durante las últimas décadas se ha producido una revolución en las ciencias de la vida. Las pruebas fósiles de la existencia de vida microbiana primitiva, la decodificación del DNA y los descubrimientos en relación con la composición de nuestras propias células han hecho saltar por los aires las ideas establecidas sobre el origen de la vida y la evolución en la Tierra.

Ante todo, nos han mostrado la insensatez de considerar al ser humano como especial, totalmente distinto y supremo. El microscopio ha ido mostrando gradualmente la inmensidad del microcosmos y ahora nos proporciona una visión sobrecogedora de nuestro verdadero lugar en la naturaleza. Ahora parece ser que los microbios (llámeseles microorganismos, gérmenes, protozoos o bacterias, según el contexto), además de ser los cimientos de la vida en la Tierra, ocupan un lugar indispensable en toda estructura viva y son necesarios para su supervivencia. Desde el paramecio hasta el género humano, todas las formas de vida son complicados agregados meticulosamente organizados de vida microbiana en evolución. Los microorganismos, lejos de haberse detenido en un peldaño inferior de la escala evolutiva, forman parte de nuestro entorno y de nuestro propio organismo. Tras haber sobrevivido a lo largo de una línea ininterrumpida desde los comienzos de la vida, todos los organismos han alcanzado en la actualidad un mismo nivel de evolución.

Esta constatación revela claramente el engreimiento y presunción de tratar de medir la evolución por una progresión rectilínea desde lo más simple (llamado "inferior") a lo más complejo (con el ser humano como forma "superior" absoluta, en lo más alto de la jerarquía). Como veremos, los organismos más simples y más antiguos no sólo son los antepasados y el sustrato actual de la biota terrestre; también están preparados para expandirse y modificarse a sí mismos y a las demás formas de vida, en el caso de que nosotros, los organismos "superiores", fuéramos tan insensatos que llegásemos a nuestra propia aniquilación.

Además, la visión de la evolución como una lucha crónica y encarnizada entre individuos y especies, distorsión popular de la idea darwiniana de la "supervivencia de los mejor dotados", se desvanece con la nueva imagen de cooperación continua, estrecha interacción y mutua dependencia entre formas de vida. La vida no ocupó la Tierra tras un combate, sino extendiendo una red de colaboración por su superficie. Las formas de vida se multiplicaron y se hicieron cada vez más complejas, integrándose con otras, en vez de hacerlas desaparecer.

Al no poder observar a simple vista el microcosmos tendemos a menospreciar su importancia. Sin embargo, de los tres mil millones y medio de años que la vida lleva existiendo sobre la Tierra, la completa historia de la humanidad, desde la vida de las cavernas hasta el moderno apartamento de nuestros días, representa bastante menos del uno por ciento de todo este tiempo. La vida en la Tierra no sólo se originó en un primer momento de su historia como planeta, sino que durante los primeros dos mil millones de años sus únicos habitantes fueron exclusivamente microorganismos bacterianos.

En realidad, tan importantes son las bacterias, y tan importante es su evolución, que la división fundamental de los seres vivos en la Tierra no es la tradicionalmente supuesta entre plantas y animales, sino entre procariontes (organismos constituidos por células sin núcleo, es decir, las bacterias) y eucariontes (todas las demás formas de vida). En sus primeros dos mil millones de años los procariontes transformaron continuamente la superficie de la Tierra y la atmósfera. Fueron los inventores, a escala reducida, de todos los sistemas químicos esenciales para la vida, cosa que el ser humano está aún lejos de conseguir. Esta antigua y elevada *bio*tecnología condujo al desarrollo de la fermentación, de la fotosíntesis, de la utilización del oxígeno en la respiración y de la fijación del nitrógeno atmosférico. También fue la causa de diversas crisis de hambre, contaminación y extinción a escala planetaria mucho antes de que se vislumbraran formas de vida de mayor tamaño.



Hace 70 millones de años: El microcosmos se expande: reptiles gigantes, grandes bosques y acantilados calizos hechos de cubiertas microbianas.

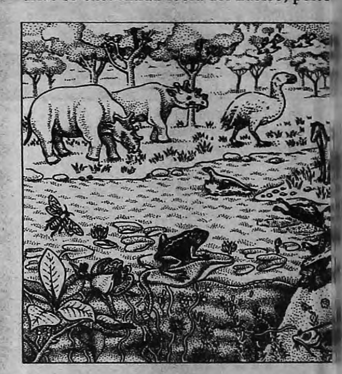
Estos sorprendentes acontecimientos en la temprana historia de la vida sucedieron por la interacción, como mínimo, de tres mecanismos distintos de evolución descubiertos recientemente. El primero es la notable capacidad de orquestación del DNA, sustancia que fue identificada como transmisora de la herencia en 1944 por Oswald T. Avery, Colin MacLeod y Maclyn McCarty. El código genético fue develado en los años sesenta a partir del descubrimiento de la duplicación del DNA, en 1953, por James Watson y Francis Crick. Regida por el DNA, la célula viva puede hacer una copia de sí misma, desafiando a la muerte y manteniendo su identidad por medio de la replicación. Sin embargo, al ser también susceptible de mutación, que juega al azar con su identidad, la célula es capaz de sobrevivir al cambio.

"Formamos parte de una intrincada trama que procede de la original conquista de la Tierra por las bacterias. La inteligencia no pertenece al hombre sino a todo el conjunto de la vida."

Una segunda vía evolutiva consiste en algo parecido a la ingeniería genética, y es un proceso del que desde hace tiempo se han ido acumulando pruebas en el campo de la bacteriología. Desde hace unos cincuenta años, los científicos han observado que los organismos procariotas transfieren, de manera rutinaria y muy deprisa, distintos fragmentos de su material de unos individuos a otros. Cualquier bacteria puede, en un momento determinado, usar genes accesorios procedentes de cepas a veces muy distintas que realizan funciones que su propio DNA puede no abarcar. Algunos de los fragmentos de material genético se recombinan con los genes propios de la célula; otros son transferidos de nuevo a otras células. Algunos de los fragmentos genéticos pueden acabar también instalándose en el aparato genético de las células eucarióticas.

Estos intercambios son un hecho normal en el repertorio bacteriano. Pero aún hoy en día muchos bacteriólogos no alcanzan a comprender toda su importancia: el que, como consecuencia de esta capacidad, las bacterias de todo el mundo tengan en esencia acceso a una única reserva de genes y, por tanto, a los mecanismos adaptativos de todo el reino bacteriano. La velocidad de recombinación es superior a la de mutación; los organismos superiores podrían llegar a tardar un millón de años en adaptarse a un cambio a escala mundial que las bacterias pueden conseguir en unos pocos años. Por medio de constantes y rápidas adaptaciones a las condiciones ambientales, los organismos del microcosmos son el pilar en que se apoya la suma total de vida en la Ti rra, ya que su red de intercambio global afe ta, en última instancia, a todos los seres viv El ser humano está precisamente aprendie do estas técnicas a través de la ciencia de ingeniería genética, por medio de la cual o tiene productos bioquímicos al introducir g nes ajenos dentro de células en reproducció Pero los organismos procariotas han esta utilizando estas "nuevas" técnicas durante m les de millones de años. El resultado es un pl neta que ha llegado a ser fértil y habitable formas de vida de mayor tamaño gracias a u supraorganización de bacterias que han actu do comunicándose y cooperando a escala gl bal.

A pesar de su gran trascendencia, la mut ción y el intercambio genético no bastan p ra explicar la evolución de todas las form de vida que existen actualmente en la Tierr En uno de los más fascinantes descubrimie tos de la moderna microbiología, la observ ción de las mitocondrias (inclusiones de me brana fina que se encuentran en el interior c las células de animales, plantas, hongos y pr tistas, siempre con una estructura similar) pr porcionó la pista de una tercera vía evolutiv Aunque en las células modernas las mitoco drias se encuentran fuera del núcleo, pose



sus propios genes compuestos por DNA. Ade más, se reproducen por división binaria, a di ferencia de las células en las que residen, y l hacen en momentos distintos al de la divisió del resto de la célula. Sin mitocondrias, las cé lulas con núcleo, y por consiguiente la plant o el animal entero, no podrían vivir porque se rían incapaces de utilizar el oxígeno.

Conjeturas hechas posteriormente han lle vado a los biólogos a imaginar una sorpren dente teoría: los descendientes de las bacteria que hace tres mil millones de años nadaban e las aguas primitivas respirando oxígeno se ha llan actualmente presentes en nuestro cuerp en forma de mitocondrias. En algún momen to, las bacterias ancestrales debieron de com binarse con otros microorganismos, instalán dose en su interior y proporcionándoles un sis tema de eliminación de desechos y energía pro cedente del oxígeno a cambio de alimento y cobijo. Los organismos resultantes de esta fu sión habrían evolucionado hacia formas de vi da más complejas, incorporando la respiració del oxígeno. Este sería un mecanismo evolu tivo más brusco que la mutación: una unió simbiótica que llega a ser permanente. Al cre arse organismos que no son simplemente la su ma de sus partes componentes, sino algo más como la suma de todas las combinaciones po sibles de cada una de sus partes, estas alianzas conducen a los seres en evolución hasta esfe ras inexploradas. La simbiosis, la unión de dis tintos organismos para formar nuevos colecti vos, ha resultado ser la más importante fuerza de cambio sobre la Tierra.

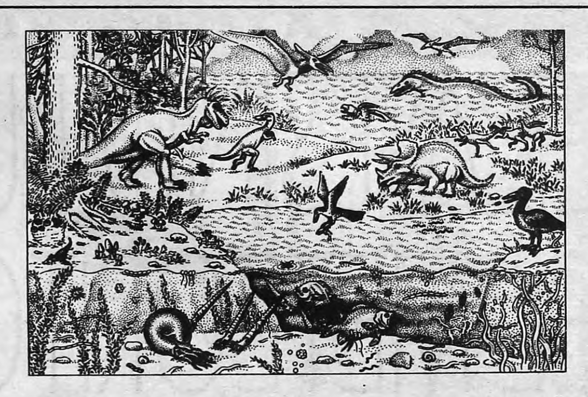
Al examinar nuestra propia especie com el producto de una simbiosis llevada a cabo a lo largo de millones de años, la prueba que



Hace 3 millones de años: Los hombres-mono, cuyo sistema nervioso deriva de multitudes de bacterias, utilizan herramientas.

de las bacterias

EVOLUCION



Hace 200 millones de años: Se originan los primeros mamíferos y los reptiles ocupan los mares y el cielo.

confirma nuestra ascendencia multimicrobiana se hace abrumadora. Nuestros cuerpos contienen la verdadera historia de la vida en la Tierra. Nuestras células conservan un medio ambiente rico en carbono e hidrógeno, como el de la Tierra en el momento en que empezó la vida en ella. Además, viven en un medio acuático cuya composición salina semeja la de los mares primitivos. Hemos llegado a ser lo que somos gracias a la unión de bacterias asociadas en un medio acuático. Aunque la dinámica evolutiva del DNA, la transferencia genética y la simbiosis no fueron descubiertas hasta casi cien años después de la muerte de Charles Darwin en 1882, éste fue lo suficientemente perspicaz como para escribir: "No podemos desentrañar la maravillosa complejidad de un ser vivo; pero en la hipótesis que hemos avanzado, esta complejidad se ve aumentada. Todo ser vivo debe ser contemplado como un microcosmos, un pequeño universo formado por una multitud de organismos inconcebiblemente diminutos, con capacidad para propagarse ellos mismos, tan numerosos como las estrellas en el cielo".

La estructura detallada de nuestras células revela los secretos de sus antepasados. Las imágenes que el microscopio electrónico proporciona de las células nerviosas de todos los animales muestran numerosos "microtúbulos" que llaman la atención. Los cilios ondulantes de las células que revisten nuestra garganta y la cola cimbreante del espermatozoide humano comparten la misma estructura, tan poco corriente, dispuesta como el disco de un teléfono, igual que los cilios de los ciliados, un próspero grupo de microbios que incluye más de ocho mil especies. Estos mismos microtúbulos están presentes en todas las células de plantas, animales y de hongos cada vez que se dividen. Y están constituidos, enigmáticamente, por una proteína casi idéntica a otra hallada en el cerebro humano. Se trata de una proteína sumamente parecida a algunas encontradas en ciertas bacterias muy móviles con forma de sacacorchos.



Hace 50 millones de años: Equipos de mamíferos y microorganismos avanzan hacia los polos, trepan a los árboles y escalan las altas montañas.

Estos microtúbulos y otros vestigios vivientes de lo que fueran en algún momento organismos separados han sido detectados en diversas especies, lo que demuestra, cada vez con mayor certeza, que todos los organismos visibles evolucionaron por medio de simbiosis, unión que conduce a un beneficio mutuo al compartir permanentemente células y cuerpos. Aunque, como se verá, algunos detalles del origen bacteriano de las mitocondrias, microtúbulos y otros componentes celulares son difíciles de explicar, las ideas generales que indican cómo puede producirse la evolución por simbiosis son compartidas por todos aquellos científicos que están familiarizados con los tipos de vida del microcosmos.

El proceso simbiótico prosigue sin cesar. Los humanos, organismos del macrocosmos, continuamos la interacción recíproca con el microcosmos y seguimos dependiendo los unos de los otros. Algunas familias de vegetales (por ejemplo, las leguminosas, que incluyen guisantes, judías y especies afines como el trébol y la algarroba) no pueden vivir en suelos pobres en nitrógeno sin las bacterias fijadoras de dicho elemento, que se desarrollan en los nódulos de sus raíces; y nosotros no podemos vivir sin el nitrógeno que procede de dichas plantas. De igual manera, las vacas no pueden digerir la celulosa de la hierba, ni las termitas la que procede de la madera, sin las comunidades microbianas que se alojan en el aparato digestivo, tanto de los rumiantes como de las termitas. Un diez por ciento, como mínimo, del peso seco de nuestro cuerpo corresponde a bacterias, algunas de las cuales son esenciales para nuestra vida, a pesar de que no sean parte congénita de nuestro organismo. Esa coexistencia no es un mero capricho de la naturaleza, sino que constituye la misma esencia de la evolución. Si dejásemos proseguir la evolución durante algunos millones de años más, esos microorganismos que producen vitamina B12 en nuestro intestino podrían llegar a formar parte de nuestras propias células. Un agregado de células especializadas puede convertirse en un órgano. En el laboratorio se ha llegado a observar la unión de amebas con una bacteria que antes era letal y se ha obtenido, así, una nueva especie de ameba híbrida.

Esta revolución en el estudio del microcosmos nos brinda una perspectiva asombrosa. No es disparatado decir que la misma conciencia que nos permite investigar el funcionamiento de nuestras células puede provenir de las capacidades coordinadas de millones de microorganismos que evolucionaron simbióticamente hasta convertirse en el cerebro humano. Ahora esta conciencia nos lleva a manipular el DNA y hemos empezado a intervenir en el antiguo proceso de la transferencia genética entre bacterias. Nuestra capacidad de obtención de nuevos tipos de vida puede ser considerada el mecanismo más nuevo por medio del cual la memoria orgánica (recuerdo de la vida y activación del pasado en el presente) se agudiza más. En uno de los enormes bucles retroactivos de la vida que hacen referencia a sí mismos, los cambios que han tenido lugar en el DNA nos han procurado la conciencia que nos permite ahora modificar el propio DNA. Nuestra curiosidad, nuestra sed de conocimiento, nuestro entusiasmo por penetrar el espacio y llegar a alcanzar otros planetas, y aún más allá, representa un aspecto de las estrategias que la vida tiene para su expansión, que empezó hace más de tres mil millones de años. No somos más que el reflejo de una antigua tendencia.



"Un 10 por ciento del peso seco de nuestro cuerpo corresponde a bacterias. Algunas son esenciales para nuestra vida, a pesar de que no sean parte congénita de nuestro organismo."

Desde las primeras bacterias primordiales hasta el presente, miríadas de organismos formados por simbiosis han vivido y han muerto. Pero el común denominador microbiano sigue siendo esencialmente el mismo. Nuestro DNA proviene, a través de una secuencia ininterrumpida, de las mismas moléculas que estaban presentes en las células primitivas que se formaron en las orillas de los primeros océanos de aguas cálidas y poco profundas. Nuestros cuerpos, como los de todos los seres vivos, conservan el medio ambiente de la Tierra primitiva. Coexistimos con microorganismos actuales y albergamos, incluidos de manera simbiótica en nuestras propias células, restos de otros. Es así como el microcosmos vive en nosotros y nosotros vivimos en él.

A algunas personas esta idea puede que les moleste y les inquiete. Además de hacer saltar por los aires nuestra presunción de soberanía sobre el resto de la naturaleza, representa un reto para nuestra concepción de la individualidad, unicidad e independencia. Llega a ser una violación de la idea que tenemos de nosotros mismos como organismos físicos diferenciados y separados del resto de la naturaleza. El pensar en nosotros mismos y en nuestro medio ambiente como en un mosaico de vida microscópica en evolución nos hace evocar la imagen de que somos absorbidos, disueltos, aniquilados. Aún es más inquietante la conclusión filosófica respecto de que el posible control cibernético de la superficie de la Tierra por organismos carentes de inteligencia puede poner en duda la supuesta unicidad de la inteligente conciencia humana.

Resulta paradójico que, al ampliar el microcosmos para hallar nuestros orígenes, apreciemos claramente el triunfo y, al mismo tiempo, la insignificancia del individuo. La unidad de vida más pequeña –una simple célula bacteriana– es un monumento de formas y procesos que no tiene rival en el universo tal como lo conocemos. Cada individuo que se desarrolla, que aumenta al doble su tamaño y que se reproduce, representa una historia de gran éxito. Sin embargo, y de la misma manera que el éxito del individuo es asumido por su especie, ésta queda incluida en la trama global de toda clase de vida: un éxito de mayor magnitud aún.

Es fácil, incluso para los científicos, entusiasmarse demasiado ante cualquier empresa que acabe en éxito. Desde los discípulos de Darwin hasta quienes trabajan en ingeniería genética en la actualidad, la ciencia ha popularizado la idea de que los humanos nos hallamos en el peldaño más elevado de la escala evolutiva de la Tierra y que, con la ayuda de la tecnología, nos hemos salido del marco de la evolución. Algunos eminentes científicos han escrito que la vida, en general y la conciencia humana en particular, son algo tan milagroso que es imposible que hayan tenido su origen en la Tierra y creen que se habría originado en algún otro lugar del universo. Otros llegan a creer que los humanos son el producto de una paternal "inteligencia superior": los hijos de un patriarca divino.

Este libro ha sido escrito para demostrar que estas teorías menosprecian la Tierra y los caminos de la naturaleza. No existen pruebas de que el ser humano sea el supremo administrador de la vida en la Tierra, ni de que sea el hijo menor de una superinteligente fuerza extraterrestre. Pero existen, en cambio, pruebas para demostrar que somos el resultado de una recombinación de poderosas comunidades bacterianas con una historia de miles de millones de años. Formamos parte de una intrincada trama que procede de la original conquista de la Tierra por las bacterias. La capacidad de inteligencia y de tecnología no pertenece específicamente a la especie humana, sino a todo el conjunto de la vida. Si tenemos en cuenta que las propiedades que son útiles raramente son desdeñadas por la evolución, es muy probable que nuestros poderes, que derivan del microcosmos, perduren en él. La inteligencia y la tecnología, incubadas por la humanidad, son en realidad propiedad del microcosmos. Podrían muy bien sobrevivir a nuestra especie en forma de vidas futuras que sobrepasan los límites de nuestra imaginación.



Tiempo presente: La tecnología lleva el microcosmos hasta el cosmos.

*** *Fragmento de* Microcosmos. Cuatro mil millones de años de evolución desde nuestros ancestros microbianos, *Editorial Tusquets, $ 23.***

MAS SOBRE LA EXTINCION DE LOS DINOSAURIOS

EL ASESINO FUE EL METEORITO

Por Sebastián Serrano
El País de Madrid

La teoría de que el choque contra la Tierra de un meteorito hace 65 millones de años fue la causa o una de las causas de la extinción de los dinosaurios ha ido ganando terreno desde que el geólogo estadounidense Walter Alvarez y su padre, el ya fallecido premio Nobel Luis Alvarez, la difundieron en 1980. La localización 10 años después en Chicxulub (península mexicana de Yucatán) del cráter probablemente causado por el impacto reforzó la teoría, pero han persistido una serie de datos empíricos que no encajan en ella.

En un nuevo artículo que acaba de ser publicado por Walter Alvarez en **Science**, el geólogo apuntala su teoría recreando mediante un modelo el choque del meteorito contra la Tierra. Con él trata de dar una explicación a algunos de los problemas planteados, concretamente los relacionados con anomalías detectadas en la distribución de los granos de cuarzo proyectados a miles de kilómetros de Yucatán tras el impacto del meteorito. En cuanto a los problemas acerca del cuarzo, Alvarez se propone en el artículo, que firman con él Philippe Claeys y Susan Kieffer, dar una explicación a tres temas específicos. Uno, la irregular distribución sobre la Tierra de ese cuarzo, abundante en Norteamérica y el Pacífico en la capa que marca el límite entre el Cretácico y la Era Terciaria (el momento de la extinción de los dinosaurios) pero escaso en Europa, Africa y Asia. Dos, la evidencia de que esos granos de cuarzo se sitúan aparentemente por encima de la franja de arcillas que marca el límite del Cretácico. Y tres, la contradicción que supone hallar estos granos de cuarzo en puntos situados a una distancia tal que hace necesario que fueran proyectados desde Chicxulub a una velocidad de siete u ocho kilómetros por segundo, sólo alcanzables de forma directa mediante presiones tan gigantescas que habrían fundido el cuarzo en vez de triturarlo y proyectarlo.

Para dar respuesta a estos problemas, Alvarez elabora un modelo del impacto. Los datos de partida son que el meteorito tenía 10 kilómetros de diámetro y golpeó a una velocidad de 88.000 kilómetros por hora una región en la que se distinguían dos capas: una superficial, de tres kilómetros de profundidad, con predominio de carbonatos de origen orgánico y una alta proporción de agua; y una segunda, por debajo, de granito. Al chocar, el meteorito liberó una energía equivalente a la de millones de bombas termonucleares.

El geólogo estadounidense Walter Alvarez reconstruyó el cataclismo que habría provocado la extinción de los dinosaurios y apuntala así su teoría del impacto de un gran meteorito en el Yucatán.

De acuerdo con el modelo, apenas un segundo después del choque se empezó a formar una bola de fuego compuesta por las rocas vaporizadas del propio meteorito y las directamente golpeadas por él. Un segundo más tarde comenzó a formarse una segunda bola de fuego (que los autores del artículo califican de templada) en la que se mezclaban compuestos procedentes de la descomposición de los carbonatos de la primera capa (entre ellos dióxido de carbono y vapor de agua) y granos de cuarzo procedentes de la base de granito. Con ambas bolas elevándose cientos de kilómetros, varios segundos después se formó una gigantesca ola de rocas fundidas.

La disposición sobre la superficie terrestre se produjo en orden inverso a su formación: primero las rocas fundidas, luego los granos de cuarzo proyectados por la bola de fuego templada" y, por último, los elementos volatilizados del meteorito, que incluían una proporción de iridio muy superior a la media de las rocas terrestres. Hace 20 años, fue precisamente la constatación casual por parte de Walter Alvarez de que en los sedimentos de la franja que separa el Cretácico de la Era Terciaria hay una proporción muy elevada de iridio, lo que los llevó a él y a su padre a teorizar sobre el origen extraterrestre del cataclismo que provocó la extinción de hace 65 millones de años.



Walter Alvarez recoge muestras en un yacimiento geológico.

La formación y composición de la segunda bola de fuego es la clave de las respuestas a los tres problemas que trataba de resolver. Alvarez, de la Universidad de California en Berkeley, considera que la vaporización de los carbonatos situados entre los 10 y los 20 kilómetros del centro del impacto generaron grandes cantidades de dióxido de carbono y vapor de agua que no sólo arrastraron partículas derivadas de esos carbonatos, sino también granos de cuarzo procedentes de la base de granito. Esta bola templada no redujo su velocidad al ascender, sino que experimentó una aceleración (a semejanza de un globo aerostático) capaz de imprimir velocidades de entre 8 y 11 kilómetros por segundo a las partículas sólidas, incluidas las de cuarzo.

Mediante este mecanismo de aceleración de los gases se da una respuesta a por qué el cuarzo no quedó fundido a pesar de salir proyectado a ocho kilómetros por segundo o más. El orden en que se fueron depositando los diferentes subproductos de la explosión da respuesta a por qué el cuarzo parece fuera de la capa sedimentaria que marca el límite entre el Cretácico y la Era Terciaria. Y la irregular distribución de ese mineral queda también explicada por la capacidad de la bola de fuego templada de proyectar los pedazos de cuarzo con muy poca inclinación con respecto a la vertical y por la propia rotación de la Tierra, que gira hacia el Este. El impacto del meteorito y la consiguiente liberación de centenares de millones de megatones de energía produjo, según la teoría original de Alvarez, no sólo la aniquilación de cuanta vida se hallaba en la zona del choque, sino un cambio climático que eliminó más de la mitad de las especies de plantas y animales. El sol dejó de calentar durante meses la superficie del planeta al ocultarlo las partículas en suspensión proyectadas tras el choque. Esto produjo un enfriamiento al que debió seguir un recalentamiento provocado por las enormes cantidades de dióxido de carbono generadas por los incendios masivos derivados del impacto.

La teoría del meteorito se enfrenta a la de quienes creen que el origen del cambio climático no fue extraterrestre, sino producido por potentes erupciones volcánicas. Hay incluso quien trata de conjugar ambas teorías considerando que las erupciones pudieron ser consecuencia de la descomunal convulsión que sufrió el planeta tras el impacto. Y sigue habiendo científicos que sostienen que la extinción estaba ya en marcha, a causa de un cambio climático, y el choque no hizo más que acelerarla.



Alvarez en su laboratorio de la Universidad de Berkeley.

GRAGEAS

HEREDITARIAS. Las malformaciones provocadas en recién nacidos por el Cortegan –un tranquilizante que tomaban las embarazadas hasta la década del 60– serían hereditarias. La mala noticia –basada en un investigación australiana– la dio el doctor William McBride en una conferencia en Dublín. El científico trabaja desde hace años en descubrir los efectos perjudiciales de la talidomida, la droga contenida en el Cortegan. Este somnífero que usaban las embarazadas se retiró de circulación en 1961 por causar malformaciones embrionales en los primeros meses de embarazo. Después de testear con material genético de ratas, McBride informó que es muy probable que las malformaciones se transmitan de una generación a otra. Moléculas radiactivas de talidomida se ligaron al ADN en células del tejido. "Si se unen con el ADN afectan irremediablemente el código genético –explicó–. Y creemos que lo mismo pasa en los seres humanos."

SOL. Contra lo que se pensaba hasta ahora, el Sol no rota como un cuerpo rígido, sino que sus diferentes regiones giran a diferentes velocidades. El descubrimiento del equipo de Douglas Gough en la Universidad de Cambridge, publicado en la revista *Nature*, va en contra de los modelos estelares vigentes. Es sabido que los gases cercanos a los polos tienen una velocidad angular inferior a la de las regiones ecuatoriales, pero se creía que la velocidad era uniforme a 200.000 kilómetros de profundidad. Pero ahora se supo que una región interior del Sol gira más lentamente que la superficie.

INTERNET vs. CHIRAC. 55.000 adhesiones a su protesta contra las pruebas nucleares francesas en el atolón de Mururoa recibieron tres estudiantes de física de la Universidad de Tokio en su correo electrónico. Los jóvenes abrieron una dirección informática (http: www.iijnet.or.jp nuke) en el World Wibe Web, el sistema de comunicación más extenso de Internet para juntar firmas para una carta de protesta que se transmitió en cadena por correo electrónico. Las respuestas de todo el mundo hicieron sobrecargar la computadora, ubicada en el Departamento de Física de la universidad.

ARCHIVO EN CD ROM. La llegada del CD ROM abre a los medios de comunicación gráficos una nueva forma de archivar. No sólo permite guardar las notas publicadas en diarios y revistas, sino las fotos y hasta material de audio o video de consulta, aunque se trate de un medio gráfico. Ya son varios los medios argentinos que resolvieron atesorar su historia en este soporte, entre otros las revistas *Nueva*, publicada por Interdiarios, y *Apertura*. Al cumplir cincuenta años, a la lista se sumó también *Clarín*. El 28 de agosto el diario fue acompañado con un CD ROM que contiene 375 artículos, 2500 fotos, 150 testimonios periodísticos grabados en audio y 88 fragmentos de video que en un tiempo más estará en venta al público. Al menos, no habrá que preocuparse por los estragos causados por la humedad y los años en el papel.

VEGETARIANO. La fama carnívora de los cocodrilos sufrió un traspié. Investigadores de China y Canadá revelaron que los antepasados del reptil que hoy se destaca por ser carnívoro se alimentaban de hierba. El equipo de Hans Dieter Sues del Royal Ontario Museo de Toronto explicó en *Nature* su hallazgo: un esqueleto parcial de cocodrilo de 120 millones de años que encontraron en la provincia china de Hubei. La mandíbula tiene características propias de los herbívoros: mecanismo de masticación de atrás para adelante y molares aplanados.